

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2001-58202
(P2001-58202A)

(43) 公開日 平成13年3月6日 (2001.3.6)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	ページ数	備考
B 2 1 B	1/32	B 2 1 B	1/32	デマート* (参考)
	1/34		1/34	4 E 0 0 2

審査請求 未請求 請求項の数13 O L (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願平11-236506

(22) 出願日 平成11年8月24日 (1999.8.24)

(71) 出願人 000005108

株式会社日立製作所
東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(72) 発明者 小林 裕次郎

茨城県日立市幸町三丁目1番1号 株式会
社日立製作所日立事業所内

(72) 発明者 梶原 利幸

茨城県日立市幸町三丁目1番1号 株式会
社日立製作所日立事業所内

(74) 代理人 100075096

弁理士 作田 康夫

最終頁に続く

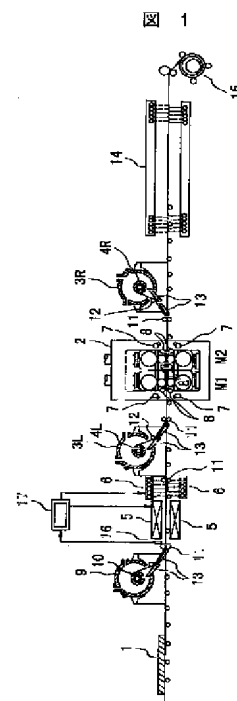
(54) 【発明の名称】 熱間圧延設備及び圧延方法

(57) 【要約】

【課題】ステッセル圧延設備の操作性を向上することにある。

【解決手段】ステッセル圧延設備の入側及び出側のうち少なくとも一方に、炉内に巻き取り機を備えたファーンスコイラを設け、前記ステッセル圧延設備の入側及び出側のうち少なくとも一方に設けたファーンスコイラと該ステッセル圧延設備との間に、前記圧延機で圧延する圧延材の温度を調整する装置を設ける。

【効果】ステッセル圧延設備の操作性を向上することができる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 炉内に巻き取り機を備えたファーンスコイルを圧延機の入側及び出側に設けたステッセル圧延設備を備えた熱間圧延設備において、

前記ステッセル圧延設備の入側及び出側のうち少なくとも一方に、炉内に巻き取り機を備えたファーンスコイルを設け、前記ステッセル圧延設備の入側及び出側のうち少なくとも一方に設けたファーンスコイルと該ステッセル圧延設備との間に、前記圧延機で圧延する圧延材の温度を調整する装置を設けることを特徴とする熱間圧延設備。

【請求項2】 炉内に巻き取り機を備えた第1のファーンスコイルと、圧延材を圧延する圧延機と、炉内に巻き取り機を備えた第2のファーンスコイルとを順次配置したステッセル圧延設備を備え、

前記ステッセル圧延設備の上流側及び下流側のうち少なくとも一方に、該圧延材の温度を調整する装置を設け、該圧延材の温度を調整する装置の反ステッセル圧延設備側に、炉内に巻き取り機を備えた第3のファーンスコイルを設けることを特徴とする熱間圧延設備。

【請求項3】 圧延材を圧延する圧延機と、該圧延機の入側に配置され、炉内に第1の巻き取り機を備えたファーンスコイルと、該圧延機の出側に配置され、炉内に第2の巻き取り機を備えたファーンスコイルとを有するステッセル圧延設備を備えた熱間圧延設備において、前記ステッセル圧延設備の入側又は出側に、第3及び第4の巻き取り機を備えた巻き取り装置を設け、前記第3及び第4の巻き取り機間に該圧延材を加熱する加熱装置及び該圧延材を冷却する冷却装置のうち少なくとも加熱装置を設けたことを特徴とする熱間圧延設備。

【請求項4】 請求項3において、前記ステッセル圧延設備の下流側に仕上げ圧延機を配置し、前記ステッセル圧延設備と前記仕上げ圧延機との間に前記中間巻き取り装置が配置され、前記中間巻き取り装置内若しくは該中間巻き取り装置と該仕上げ圧延機間であって該中間巻き取り装置側に、前記圧延材の曲りを矯正する矯正機を設けたことを特徴とする熱間圧延設備。

【請求項5】 請求項1～請求項4の何れかにおいて、前記ステッセル圧延設備の圧延機を一つのハウジングに2セットのロール群を備えた少なくとも1台の圧延機とすることを特徴とする熱間圧延設備。

【請求項6】 請求項1～請求項5の何れかにおいて、前記圧延機の入側及び出側のうち少なくとも一方に配置され、高圧流体を該圧延材に噴射し該圧延材の表面スケールを除去するデスケリング装置、又は、熱間圧延油を該圧延材の表面に噴射する熱間圧延油供給装置を設けることを特徴とする熱間圧延設備。

【請求項7】 炉内に巻き取り機を備えたファーンスコイルを圧延機の入側及び出側に設けたステッセル圧延設備を備えた熱間圧延設備の圧延方法において、

前記ステッセル圧延設備の入側及び出側のうち少なくとも一方の炉内に巻き取り機を備えたファーンスコイルが配置され、

前記ステッセル圧延設備の入側及び出側のうち少なくとも一方に設けたファーンスコイルと該ステッセル圧延設備との間に、圧延材の温度を調整する装置が配置され、前記圧延機により少なくとも1回圧延する圧延工程と、該圧延工程後に圧延材の温度を調整する装置により熱処理する熱処理工程と、該熱処理工程後に少なくとも1回圧延する圧延工程を含む熱間圧延方法。

【請求項8】 請求項7において、前記熱処理工程は、該圧延機による少なくとも最終パスの一つ手前のパスで少なくとも1回実施し、且つ、その後の圧延加工後に該圧延材を冷却することを特徴とする熱間圧延方法。

【請求項9】 請求項7又は請求項8において、前記熱処理工程は、該圧延材の析出炭化物の固溶温度以上A3点以上のオーステナイト領域に加熱して巻き取り、所定時間巻き取った状態で保持する工程を、少なくとも1回含むこと、若しくは、圧延材を冷却する冷却工程少なくとも1回含むことを特徴とする熱間圧延方法。

【請求項10】 請求項7～請求項9の何れかにおいて、前記熱処理工程の後の圧延工程のうち少なくとも1回の圧延で、熱間圧延油を用いた圧延を行うことを特徴とする熱間圧延方法。

【請求項11】 請求項7において、前記ステッセル圧延設備の入側及び出側のうち少なくとも一方に配置したファーンスコイルに巻き取るパスの際に、該圧延機では圧延を行わないか又は極軽圧下で圧延しながら行うこと、或いは、該圧延機の圧延ロールを冷却するロールクーラントを該圧延ロールにかけないか又はその量を少なく制御することを特徴とした熱間圧延方法。

【請求項12】 請求項7又は請求項8において、前記熱処理工程は、該圧延材の析出炭化物の固溶温度以上A3点以上のオーステナイト領域に加熱して巻き取り、所定時間巻き取った状態で保持する工程を含み、その工程の後の巻き出し工程で、圧延直前の圧延材温度を圧延材のオーステナイト未再結晶領域、又はフェライト領域若しくはフェライト及びオーステナイトの混合2相領域に制御することを特徴とした熱間圧延方法。

【請求項13】 請求項7～請求項12の何れかにおいて、該圧延機の最終圧延パスの累積圧下率を50%以上、望ましくは60%以上とすることを特徴とした熱間圧延方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、熱間圧延設備及び圧延方法に関する。

【0002】

【従来の技術】 近年高強度、高靱性等の製品の製造を目的とした、高級炭素鋼の材料組成及び製造方法が数多く

提案されている。例えば、特開平10-147843号では、フェライト領域での低温圧延による、深絞り性に優れた材料組成及び製造方法が記載されている。

【0003】また特開平7-18381号では、オーステナイト領域であるA3点以上で圧延を完了する、深絞り性に優れた材料組成及び製造方法が記載されている。このように、材料組成及び目標品質などにより、種々のプロセスによる製造が必要となる。これに対し、上記のような製造プロセスを実現するに最適な製造設備ラインは、必ずしも提供されているとは言い難かった。

【0004】上記のような種々の製造プロセスを考慮した設備技術として、例えば特開平10-277601号がある。これは、従来ホットストリップミルと言われている熱間仕上げ圧延スタンド列の中間に、加熱又は冷却装置を備えることを提案している。上記のような設備では、一般に仕上げ圧延機は7スタンド程度設置されるのが普通であり、巨額な設備投資が必要となる。従って投資効率の観点からは、生産量を極力多くせざるを得ず、特に薄板での圧延速度は1000mpm以上もの高速で、圧延されるのが通常である。このように高速で圧延される設備の仕上げスタンド間に加熱・冷却装置を設けた場合、必要な加熱又は冷却を達成するための加熱・冷却設備長が、非常に長くなるという課題がある。

【0005】このことは設備長を長くし、設備費を増加させるのみでなく、圧延操業を格段に難しくすることを意味する。即ち、長い冷却又は加熱装置内を高速で、圧延材の先後端が通過する時に、蛇行の発生する危険が非常に高くなるからである。例えば、圧延材後端の蛇行制御に関しては、特開平9-38710号にも記載されているように、非常に高度且つ微妙な制御が必要とされる。特に薄板、高速で且つスタンド間距離が長い場合には、益々難しいものとなり、仕上げスタンド間に加熱・冷却装置を設けることは、好ましいとは言い難い。

【0006】上記を避けるため、仕上げスタンドの入側に加熱・冷却を設け、温度制御を行わせることも考えられる。この場合、圧延材の走行速度は遅くなるが、板厚の厚いところで加熱・冷却を行うことになる。従って、圧延材の加熱・冷却効率は悪く、内部まで均一な温度に制御しようとする、結局加熱・冷却装置の長大化が避けられないことになる。

【0007】一方圧延機の前後に、炉内に巻き取り機を設置した所謂ファーンスコイラを配した、ステッセルミルと呼ばれている可逆式圧延設備がある。このステッセル圧延設備は、従来主にステンレス鋼等の圧延に多用されていた。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】ステッセル圧延設備で炭素鋼を圧延した場合の問題点は、先ず圧延材が炉内で巻き取られ保持される工程を繰り返すことにより、圧延材表面に酸化スケールが発生し、高品質な製品の製造が

困難であったことである。これに対し圧延の直前に、高圧流体を圧延材表面に噴射し、表面スケールを除去するデスクーリングが、通常行われている。しかしこれにより、特に2～3mm以下の薄板を圧延する場合、各パス毎にデスクーリングを行うと、圧延材の必要仕上げ温度が確保できない、という問題があった。

【0009】この解決策としては、例えば、1台のハウジングに2セットの圧延ロールを組み込んだ所謂ツインミルを用いた圧延設備が、特開平11-702号、特開平9-239413号で開示されている。

【0010】上記の技術により、ステッセル圧延設備でのデスクーリングによる、温度低下というデスクーリング課題は解決されたと言える。

【0011】しかし、上記設備を用いた高級品質炭素鋼の圧延では、更に金属組織的な問題がある。その1つは、特に圧延材先後端部の温度低下が、大きいことである。これにより、圧延材長手方向の金属組織が均一にならず、歩留まりを低下させる要因となっていた。これに対し特公平5-45327号では、圧延機とファーンスコイラ間に第一の加熱装置を設けて、前記圧延材先後端部の温度低下を防ぎ、更に圧延機とダウンコイラ間のホットランテーブル上に、第二の加熱装置を設けて圧延材全体に亘って、温度を均一にする設備が開示されている。また米国特許5755128にも、ステッセル圧延設備において、加熱装置及び冷却装置を配置し、均一な温度で圧延する発明が提案されている。これらの発明の主目的は、圧延材温度を均一にすることで、圧延材の品質を均一にし、且つ製品歩留まりの向上を図ることである。しかしこれらには、更に高強度材を得る等の、圧延材品質の画期的向上を目的とした、圧延方法には一切言及されていない。

【0012】また上記公知例には、別の大きな問題がある。それは圧延機のファーンスコイラ間に加熱装置又は冷却装置等を設置するため、圧延機とファーンスコイラ間の距離が長くなり、著しく操業が困難になることである。これは、圧延材先端が巻き取り機で巻き取られるまでは圧延材に張力が作用しないため、この距離が長いと板曲りによる蛇行の発生する確率が非常に高くなり、巻き取り作業を著しく困難なものとする事による。しかもこれは、繰り返して圧延のパス毎に発生するため、従来より圧延機とファーンスコイラ間の距離は、可能な限り短くすることが望まれていた。

【0013】また、例えば先の特開平10-147843号で開示されている、Ti、Nb等の微量添加物を含む高強度、高靱性炭素鋼を、ステッセル圧延設備で圧延する場合にも問題がある。即ちステッセル圧延設備では、繰り返して圧延される各パスにおいて、圧延材は高温雰囲気中の炉内で巻き取られ、保持される工程を繰り返して受けるため、微量添加物を含む炭化析出物析出炭化物の集合肥大化及び金属結晶組織の結晶粒の肥大化、という問題が

避けられないからである。

【0014】一般に析出物は金属組織中に、微細且つ均一に分散されるのが望ましい。これにより、金属組織結晶粒の成長肥大化を防止する効果が、非常に高くなるからである。しかし、文献「低炭素Nb鋼におけるオーステナイト域熱間加工時のNbC析出モデルの開発」鉄と鋼 第75年(1989)第6号に掲載されているように、圧延加工を施した場合の析出速度は、一般に速くなることが知られている。これに対しステッセル圧延設備では、圧延加工された圧延材が炉中で巻き取り・保持される工程を繰り返すため、析出物は主に結晶粒界に集中して肥大化することが、避けられないことになる。

【0015】また金属組織の結晶粒は微細なほど好ましく、強度が高くなることが知られている。例えば、日本鉄鋼協会出版「制御圧延・制御冷却」の第2.2章に、母材の降伏応力は結晶粒径の平方根に逆比例する、というHall-Petchの関係式が記載されている。この点に関しても、高温で長時間巻き取り保持される工程を繰り返すステッセルミルは、芳しくないと言える。これは、高温に晒される時間が長いほど、一般に金属組織の結晶粒は成長し、肥大化するからである。

【0016】以上より、従来のホットストリップミルを用いた設備では、高品質な圧延は可能となるが、大型且つ設備費も非常に高くなる他、色々な圧延製造プロセスを考えた場合、必ずしも最適な設備となっていないと言える。また、従来のステッセルミルでの圧延方法では、特に高品質炭素鋼における金属組織的な品質に、問題があることも説明した。しかしステッセル圧延設備は、従来のホットストリップミルと比較して、設備費が格段に安く、設備長も非常に短くて済む等の有利な点も多く、金属組織的な品質の問題が解決できれば、小中生産量多品種向け圧延設備に最適であると言える。

【0017】本発明の目的は、ステッセル圧延設備の操業性及び製品品質を向上することにある。

【0018】

【課題を解決するための手段】本発明の熱間圧延設備は、炉内に巻き取り機を備えたファーンスコイラを圧延機の入側及び出側に設けたステッセル圧延設備を備えた熱間圧延設備において、前記ステッセル圧延設備の入側及び出側のうち少なくとも一方に、炉内に巻き取り機を備えたファーンスコイラを設け、前記ステッセル圧延設備の入側及び出側のうち少なくとも一方に設けたファーンスコイラと該ステッセル圧延設備との間に、前記圧延機で圧延する圧延材の温度を調整する装置を設けることを特徴とする。

【0019】或いは、本発明の熱間圧延設備は、炉内に巻き取り機を備えた第1のファーンスコイラと、圧延材を圧延する圧延機と、炉内に巻き取り機を備えた第2のファーンスコイラとを順次配置したステッセル圧延設備

を備え、前記ステッセル圧延設備の上流側及び下流側のうち少なくとも一方に、該圧延材の温度を調整する装置を設け、該圧延材の温度を調整する装置の反ステッセル圧延設備側に炉内に巻き取り機を備えた第3のファーンスコイラを設けることを特徴とする。

【0020】或いは、本発明の熱間圧延設備は、圧延材を圧延する圧延機と、該圧延機の入側に配置され、炉内に第1の巻き取り機を備えたファーンスコイラと、該圧延機の出側に配置され、炉内に第2の巻き取り機を備えたファーンスコイラとを有するステッセル圧延設備を備えた熱間圧延設備において、前記ステッセル圧延設備の入側又は出側に、第3及び第4の巻き取り機を備えた巻き取り装置を設け、前記第3及び第4の巻き取り機間に該圧延材を加熱する加熱装置及び該圧延材を冷却する冷却装置のうち少なくとも加熱装置を設けたことを特徴とする。

【0021】或いは、本発明の圧延方法は、炉内に巻き取り機を備えたファーンスコイラを圧延機の入側及び出側に設けたステッセル圧延設備を備えた熱間圧延設備の圧延方法において、前記ステッセル圧延設備の入側及び出側のうち少なくとも一方に炉内に巻き取り機を備えたファーンスコイラが配置され、前記ステッセル圧延設備の入側及び出側のうち少なくとも一方に設けたファーンスコイラと該ステッセル圧延設備との間に、圧延材の温度を調整する装置が配置され、前記圧延機により少なくとも1回圧延する圧延工程と、該圧延工程後に圧延材の温度を調整する装置により熱処理する熱処理工程と、該熱処理工程後に少なくとも1回圧延する圧延工程を含む。

【0022】

【発明の実施の形態】前記目的を達成するために、圧延機の入側及び出側に炉内に巻き取り機を備えた第1(入側)及び第2(出側)のファーンスコイラを有するステッセル圧延設備の入・出側のどちらか一方望ましくは入側に第3のファーンスコイラを設け、前記第3のファーンスコイラと第1若しくは第2のファーンスコイラ間に、圧延材を加熱する加熱装置やデスケーリング装置とは別の冷却装置を設けたりし、又は前記ステッセル圧延設備の入側若しくは出側に、第3及び第4のファーンスコイラを備えた中間巻き取り装置を設け、中間巻き取り装置内には加熱装置且つ／又は冷却装置を設置し、この近くにレベラを設けたりする。特に、ステッセル圧延設備の圧延機は少なくとも1台以上のツインミルとし、デスケーリング装置及び望ましくは熱間圧延油装置を設けたりする。

【0023】また、前記熱間圧延設備の圧延方法であって、少なくとも1回以上圧延加工された圧延材に対し、巻き取り且つ／若しくは巻き出しを行いながら加熱且つ／若しくは冷却を行う熱処理工程を少なくとも1回以上実施し、望ましくは最終パスの一つ手前のパスで実施

し、加熱処理は圧延材の析出炭化物の固溶温度以上に加熱し巻き取り、一定時間保持する工程を少なくとも1回以上実施した後、圧延加工処理を1回以上行い、その後冷却したりする熱間圧延方法。また加熱装置の近くに設けられたデスクーリング装置とは別の冷却装置と加熱装置により、少なくとも1回以上の巻き取り・巻き出し過程で、加熱冷却の熱処理過程を少なくとも1回以上実施し、その後の圧延工程では熱間圧延油を用いたりし、特に最終圧延開始前の圧延材温度を、オーステナイトの未結晶領域に設定したり、フェライト領域若しくはオーステナイト及びフェライトの2相混合領域に設定したりし、最終圧延時の累積圧下率を50%以上、望ましくは60%以上としたりして所期の目的を達成する。

【0024】(実施例1)図1に、本発明の実施例を示す。

【0025】圧延機は、1つのハウジングに2セットのロール群を組み込んだ所謂ツインミル2とし、そのツインミル2の入側及び出側に加熱炉3L、加熱炉3R内に、夫々巻き取り機4L、巻き取り機4Rを設置した所謂第1、第2のファーンスコイラを配置している。所謂ステッセルミル圧延設備である。ここで、ツインミル2は、可逆圧延可能な可逆式圧延機としている。

【0026】本実施例では、ツインミル2と、ファーンスコイラ間には、炭素鋼の圧延を可能とするため、高圧流体を圧延材表面に噴射するデスクーリングノズルを備えたデスクーリング装置7を設け、更に、熱間圧延油を噴射するノズル8が設置してある。

【0027】ここで図示されていないスラブ加熱炉等から搬送された圧延材1は、デスクーリング装置7で圧延材表面のスケールを除去しながら、ツインミル2により繰返し圧延され、その板厚が巻き取り可能な25mm程度になると、ピンチロール11、デフレクタロール12及び圧延材ガイド装置13などでガイドされながら、巻き取り機4L、又は4Rで巻き取られる。

【0028】以降の可逆圧延では、第1及び第2のファーンスコイラ(巻き取り機4L及び4R)で巻き取り、巻き戻しを繰返ししながら、最終板厚まで圧延され、その後、ランアウトテーブル上の冷却装置14で冷却され、ダウンコイラ15で巻き取られる。

【0029】また、特に一般炭素鋼を圧延する場合は、必要に応じてデスクーリング装置7により、圧延材表面スケールの除去が行われることは、言うまでもない。このように、ステッセルミル圧延設備では、圧延が行われる。

【0030】これに対し、本実施例では、前記ステッセルミル圧延設備の更に入側に、加熱炉9内に巻き取り機10を設置した第3のファーンスコイラを設け、更に、巻き取り機4Lを備えた第1のファーンスコイラと巻き取り機10を備えた第3のファーンスコイラ間に、圧延材1の温度を変化させる冷却装置6や加熱装置5を設置して

いる。

【0031】このように、ツインミル2とその入側の第1のファーンスコイラ間には、加熱手段や冷却手段を設けないため、巻き取り圧延パスにおける操作性が優れ、前述した公知例の課題の1つは解消される。また、加熱装置5及び冷却装置6を、ツインミル2と、第1又は第2のファーンスコイラ間に設置しないため、その加熱装置5や冷却装置6の長さに関しては、公知例に示された場合よりも、圧延操作性に対しあまり制約を受けないため、自由に与えることができるという利点もある。つまり、圧延機とその入側又は出側に配置されたファーンスコイラとの間に、加熱手段や冷却手段を配置していないので、可逆圧延の操作性を悪くすることなく圧延することができる。

【0032】また、圧延機の入側又は出側に配置されたファーンスコイラと、それとは別のファーンスコイラとの間に、加熱手段や冷却手段を設けるので、長さの制約を受けることがなく、適切な長さの加熱手段や冷却手段を配置でき、圧延材1の品質を向上することができる。

【0033】次に、第3のファーンスコイラ及び加熱・冷却装置の圧延方法に関し説明する。従来のステッセルミルでの最終パス一つ手前のパスでは、圧延材1は出側コイラ4Rから巻き出され、ツインミル2により圧延されながら、入側の巻き取り機4Lで巻き取られる。これに対し、本実施例では、入側巻き取り機4Lでは巻き取らず、途中加熱装置5で加熱されながら、第3のコイラである巻き取り機10で巻き取る。次の最終圧延パスでは、巻き取り機10から巻き出された圧延材1は、必要に応じて加熱且つ又は冷却されながらツインミル2により圧延され、ランアウトテーブル上のラミナフロー冷却装置14により冷却され、ダウンコイラ15で巻き取られる。この場合、圧延材1の温度制御は、温度検出器16で測定され、これが目的の温度になるように制御装置17で、加熱装置5又は冷却装置6を制御することにより行うことができる。

【0034】上記最終パスの一つ手前のパス(以下加熱通板パス)では、圧延を行わず又は極軽圧下(例えば5%以下)で、且つ低速で通板しながら行うことが望ましい。これにより、圧延材1と圧延ロールとの接触による、圧延材1の温度低下を極力防ぎ、目標加熱温度まで加熱する加熱装置5の必要長さを、最小限にする効果があるからである。

【0035】但し、圧延機を特にツインミル2とした場合には、極軽圧下しながら通板しても良い。即ち、通常の1スタンドの圧延機では、圧下が僅かであっても、圧延材1の先端が巻き取り機10に達するまでの無張力圧延時、蛇行などの危険性が非常に高くなる恐れがある。この場合には、完全に圧下をせず、低速で通板した方が良い。但し、ツインミル2では、圧延ロール間の距離が短く、この間で圧延材が拘束されるために通板の安定性

が際だって良く、上記のような問題は生じない。

【0036】以上のように、本実施例である圧延設備を用いて圧延した場合の、作用に関し順次説明する。

【0037】ステッセル圧延設備を用いて圧延する場合、金属組織的な問題に関しては、先に延べた通りである。特に、問題となる点は、析出炭化物の肥大化を防止する方法であり、一旦発生した集中巨大析出炭化物を、通常の圧延過程で微細化し且つ均一に分散させることは、非常に困難である。

【0038】これに対し、加熱装置5を備えた本設備では、加熱通板パスで圧延材1を、オーステナイト変態点（A3点）以上のオーステナイト領域における析出炭化物の再固溶温度以上に加熱しながらフェーネスコイラで巻き取り、必要時間保持することにより、確実に圧延材中に析出された析出炭化物を、再固溶させることができる。このような加熱装置5の利用方法は、先の公知例、特公平5-45327号及び米国特許5755128号にも一切記載されておらず、利用目的が本質的に異なっているといえる。即ち、上記の公知例における加熱装置の利用目的は、圧延材の先後端温度制御又は圧延材の全長に亘った温度の均一化制御であり、本発明のように圧延材の金属組織を、積極的に改質するものでないからである。

【0039】特に、巻き取り機10で巻き取られた圧延材1を、炉9内で必要時間保持することは、析出炭化物の再固溶を確実にするために重要である。

【0040】しかし、上記のような加熱装置5の利用方法には、別の課題もある。それは仕上げ製品板厚にもよるが、一般に最終パス付近での圧延では、900℃程度以下まで圧延材温度が、低下するのが普通である。薄板などを圧延する場合には、オーステナイト圧延で一般的に言われている許容下限温度、A3点以下にならざるを得ない場合もある。

【0041】これに対し析出炭化物の固溶処理を行う温度は、一般的には1000度以上であり、かなり大きな加熱が必要となる場合があるこのことは加熱装置の大型化、及び加熱炉の炉長を長くする必要があることを、意味している。従って、固溶処理を目的とした加熱を行うパスでは、圧延を行わず又は極軽圧下、且つ低速で通板しながら加熱する方法とすることで、極力必要加熱炉長を短くする効果のあることは、前述した通りである。

【0042】但し、加熱容量を極力小さくするためには、ロールと圧延材を接触させずに通板することが理想であるが問題もある。即ち、ロールと圧延材を非接触状態で長時間放置した場合、ロールが冷やされることにより、これまでの圧延で発生したロール熱膨張によるロール表面プロファイル（サーマルクラウン）が変化することになる。この課題は、次の最終圧延における圧延材の形状制御が、これまでの圧延で行われていた形状制御方法と、一変する可能性のあることである。形状制御のやり易さからは、これは好ましいことではない。このこと

は、固溶処理を目的とした加熱を行うパスでは、図示していないが通常行われている圧延ロール冷却を行うためにロールに噴射される冷却液（ロールクーラント）の水量を少なく制御したり、噴射しないようにすることで、サーマルクラウンの変化を極力少なくすることが有効であることをも示している。この課題に関しては、有効な別の圧延方法を後述する。

【0043】また、圧延材が薄いほど加熱し易く、従って加熱装置5を小さくできる。このことは、固溶処理を目的とした加熱処理は、最終パスの一つ手前のパスで行うことが有効であることを意味する。

【0044】更に板厚が薄いほど、速く加熱後の板厚方向の温度分布が均一となり、固溶処理が簡単、且つ均一に且つ素早くできることも、上記理由の一つである。

【0045】即ち、上記固溶処理の一般的目安は、板厚25mm当たり0.5時間位の保持時間が必要と言われていた。従って、例えば板厚2.5mmで固溶態処理を行った場合、炉内における保持時間は3分程度で済むことになり、板厚が薄いほど炉内保持時間が少なくて済み、生産性及び品質が向上すると言う効果がある。しかしながら、加熱通板後に必要保持時間を取ることは、その時の板厚にもよるが、生産量の減少に繋がることは間違いない。これに関しても、極力生産性を高める圧延方法を後述する。

【0046】また、圧延材を高温で保持することの課題は、これにより金属組織の結晶粒が成長し、肥大化することである。従ってこのままでは、前述した如く母材の強度が低下するという課題が、解決できないことになる。しかしこれに関しては、先に掲げた文献「制御圧延・制御技術」の第2.2章にも記載してあるように、フェライトの結晶粒径を決める大きな要因は、未結晶オーステナイト領域での累積圧下率にあることが、明らかとなっている。これを端的に示した文献としては、新日鉄技報第365号（1997）「厚板ベアクロスミルにおける大圧下圧延技術」等がある。

【0047】上記文献等により、累積圧下率が50%以下の場合には、ほぼ上記圧下率に比例してフェライト粒径が小さくなり、50%以上、望ましくは60%以上では、ほぼ飽和することが示されている。

【0048】従って、本実施例による固溶処理を施すことにより粗大化された結晶粒は、この後未結晶オーステナイト領域で強圧下することにより、微細なフェライトの結晶粒にすることができることになる。

【0049】通常1台の圧延機で、50%以上の圧下を行うことは、圧延荷重が大きくなり、形状制御も難しく非常に困難である。従って、圧延機は複数台設置することが望ましい。特に操業の安定性からは、ツイニングの適用が理想的であるのは、前にも繰り返した通りである。

【0050】以上のように圧延された後、圧延材は出側

ランナウトテーブル上に設置された冷却装置14により冷却され、ダウンコイラ15で巻き取られ製品化される。このランナウトテーブルでの冷却が、最終製品の品質を決定する上で重要であることは、従来の制御圧延技術と同様である。即ち、本実施例による圧延方法で固溶された析出炭化物は、上記冷却装置で冷却されることにより、再析出することになる。ここで固溶処理された圧延材を用いる意味は、最終製品に残る析出炭化物の大部分は、上記ランナウトテーブル上の冷却で生成されるということである。従って、ランナウトテーブル上の冷却を、圧延鋼種に応じて制御することにより、固溶処理前の圧延履歴に係わらず、炭化物の最適な析出制御ができることになる。具体的には、極力微細な炭化物を均一に、母材中に分散させるように行われる。このようにすることにより、本テーブル上でオーステナイトからフェライトに変態するフェライト結晶粒の成長を抑制し、製品強度を向上させると共に、母材中の固溶炭素量を減少させ、靱性に富む製品の生産が可能となる。

【0051】以上が本実施例で提案する圧延方法及び圧延設備に適用される新たな圧延製造プロセスに対する、基本的な考え方である。しかし更に説明を加えれば、オーステナイト圧延では固溶処理を施した後の圧延は、未結晶オーステナイト領域で行われることが望ましい。これは圧延材の温度で、A3変態点から概略950℃位の範囲における圧延を意味している。従って、本実施例における固溶処理で、上記の範囲以上に温度を上げた場合、効率よく上記範囲内で圧延を行うためには、固溶処理の後冷却することが望ましい。

【0052】冷却手段としては、デスケーリング装置7を用いることもできるが、本来目的の異なっている装置を用いて、圧延材の温度を制御することは好ましいことではない。デスケーリング装置7の本来の目的は、圧延材表面スケールの除去であり、このためには一般に100kg/cm²以上の高圧流体を、多量に圧延材表面に噴射するような設備となっている。このような装置を用いて温度制御するためには、圧力、流量等を制御する必要があり、実際には非常に困難であり、また高率の悪い使い方であると言える。

【0053】圧延材の冷却が目的であれば、このような高圧流体は必要でなく、例えばラミナフロー冷却等従来より用いられている専用の冷却装置6を備えた方が良い。しかしこのような場合、最終圧延の数パス前で固溶処理を行い、継続した後の圧延で結果的に未結晶オーステナイト領域での圧延となるように、圧延スケジュールを組むことも可能であることは、言うまでもない。

【0054】また特にフェライト圧延を行う場合、上記冷却装置6又は／且つデスケーリング装置7を用いて、A3変態点以下に制御することは当然である。板厚が厚く、設置された冷却装置の能力では、固溶処理の後1回の冷却で所定の温度まで下がない場合は、非圧延状態

又は通常の圧延パスを複数回繰返し、所定の温度に達するまで冷却を行うこともできる。但しこの場合、ツインミル2と巻き取り機10の距離が長くなり、操業上に難がある。これに対しては、簡単にできる新たな設備を、別実施例で提案する。

【0055】また以上のような設備で、少なくとも固溶処理以後の圧延において、少なくとも1パス以上の圧延に熱間圧延油を塗布することは、格別の効果がある。熱間圧延油を適用することにより、ロールと圧延材間の摩擦力が低下し、圧延荷重・トルク等が小さくなる。このことは特に、フェライト圧延等の低温圧延時に有効である。

【0056】本実施例に付随した固有の効果としては、最終的に得られるフェライト粒径を極力小さくするためには、累積圧下率を高くすることが効果的であると述べた。このことは、少なくとも固溶処理以降の圧延は、できるだけ高圧下率とすることが望ましいと言える。高圧下圧延を実現するためには、圧延ロールを極力小径化することである。また圧延の安定性から言えば、極力作業ロール駆動が望ましい。しかしこのことは、駆動系、特にスピンドルの許容トルクが、小さく押さえられることになり、大きなトルクが伝達できないことになる。この制限を緩和するために、特に高圧下率が望ましい固溶処理以降の圧延に、熱間圧延油を用いることは、高圧下率の圧延を可能とするため、金属組織の粒径を微細化し品質を高める効果がある。

【0057】更に組織に及ぼす直接的効果として、ロールと圧延材間の摩擦力が低減するということは、圧延材とロール間に作用するせん断力が小さくなるという事である。このことは、圧延材表面付近に作用する局所的なせん断変形が小さくなることを意味し、圧延組織を板厚方向にも均一にする効果がある。これは、均一な高品質材を生産するという本発明の目的を、更に高めると言える。

【0058】図1に示した実施例では、圧延機としてツインミルを用いたが、通常の1スタンド又は複数スタンドの圧延機としても、同様な効果を奏することは当然である。また加熱装置は効率よく加熱するために、電磁誘導加熱とすることが望ましい。このようなステッセル圧延設備の上流側に、粗圧延機を設置したり、後ろに複数の仕上げ圧延機を設置してもよい。特に、後流側に仕上げ圧延機を設置すれば、最終パスでの累積圧下率を更に大きくすることができる。

【0059】更に、図1では、冷却装置6及び加熱装置5を、同時に設置した場合を示したが、圧延鋼種によっては例えば加熱装置5のみとしても良い。また、図1には加熱装置5及び冷却装置6を各々上下に設置した場合を示したが、これを片側のみとすることも可能である。例えば、加熱装置5を上側に設置し、冷却装置6をその下側に設置するなどである。また、上記の加熱及び／又

は冷却を制御することにより、簡単に2相（オーステナイト及びフェライトの混合組織）圧延が可能になる。

【0060】尚、これまで加熱通板パスは、最終パスの一つ手前のパスで行うことが、有効であると述べた。しかし上記に拘わる必要はなく、巻き取り可能な板厚になれば、それ以降の任意のパスで、必要に応じて実施できる。

【0061】（実施例2）図2は、図1に示した実施例に対し、生産量を向上させ且つ前述のサーマルクラウン対策にも、好適な圧延方法を説明するものである。図2では、先に圧延され圧延材（先行材1a）が、第3の巻き取り機10で巻き取られ、炉9内で保持されており、次の圧延材（後行材1b）を圧延している状態を示す。先行材1aの先端は、ピンチロール11でピンチされ、図示していないピンチロール11の昇降装置により、パスラインの上に持ち上げられている。これは、後行材1bが長く、第3のファーンエスコイラを超えた場合を想定しているため、これとの干渉を防ぐためである。このようにすることにより、先行材1aが加熱通板された後直ちに、後行材1bの圧延を行うことができる。後行材1bの圧延が開始されて巻き取り可能状態となり、第3のコイラと干渉しなくなれば、先行材1aの先端をピンチしているピンチロール11は、正規のパスライン上の位置に戻し、最終圧延の準備状態に戻される。

【0062】これに対し、後行材1bは、加熱通板パスの直前で、第2のコイラ4Rに巻き取られ、ピンチロール11で先端をピンチされ、パスラインの上に待機するように操作される。この状態で、先行材1aの析出炭化物を固溶する十分な保持時間を経た後、直ちに先行材1aの最終圧延が実施される。先行材1aの圧延が完了した後、後行材1bの先端をピンチしているピンチロール11は、正規のパスライン上の位置に戻され、加熱通板処理が直ちに開始される。

【0063】以上のような圧延方法とすることの利点は、必要加熱保持時間の間でも圧延が可能となり、生産量を向上させることができることである。また、先行材1aの加熱通板中に作業ロールが冷却され、サーマルクラウンが大きく変化しても、後行材1bが引き続き圧延させるため、先行材1aの最終圧延時にはほぼ定常なサーマルクラウンとなり、形状制御に支障をきたさないことである。つまり、生産性及び形状品質が向上する。

【0064】ここで、後行材1bの圧延は、板厚の厚い所から始まるため、ロールのサーマルクラウンが多少変化しても、形状に及ぼす影響はすくなくあまり問題とならない。

【0065】（実施例3）図3は、本発明の応用例を示したものである。

【0066】圧延機2の入側、及び出側に加熱炉3L、3R内に巻き取り4L、4Rを設置したファーンエスコイラを備えるステッセルミル圧延設備は、図1と同様であ

る。本実施例では、この出側に2台の加熱炉10L、18R内に巻き取り機19L、19Rを設置したファーンエスコイラを有する中間巻き取り設備を備え、この間に加熱装置5及び／又は冷却装置6を設置し、更に仕上圧延機20をこの後に配置したものである。

【0067】ステッセルミル圧延設備の圧延は、ステッセルミルの最終圧延パスで圧延された圧延材1は、圧延されながらピンチロール11及びデフレクタロール12などでガイドされながら、中間巻き取り設備のコイラ19Rで巻き取られる。コイラ19Rで巻き取りを完了された圧延材1は、必要に応じて加熱装置5、及び又は19冷却装置6により加熱及び又は冷却されながら、もう一方のコイラ19Lに向かって巻き出され、巻き取られる。最終圧延は、コイラ19Lから巻き出され、後方に設置された仕上げ圧延機20により圧延され、ランアウトテーブル上のラミナフロー冷却装置14で冷却され、ダウンコイラ15で巻き取られる。

【0068】このようにすることにより、加熱・冷却等の熱処理プロセスは、圧延プロセスと独立して行うことができる。従って、上記の熱処理プロセスを実行中に、ステッセルミル設備で圧延を行うことができ、生産性の向上が図れる。また、このような設備では、加熱及び冷却を複数パスに分けて行うことが、簡単に可能となる。

【0069】このことは、圧延途中で複雑な熱処理を簡単に実施できることを意味し、更に製品品質の良好な製品を得ることができる。例えば、上記の中間巻き取り装置で、最初のパスでA3点以上のオーステナイト組織の圧延材を、A3点以下のフェライト領域に温度を下げ、その次のパスでフェライト組織の圧延材を、A3点以上のオーステナイト組織に加熱する等である。

【0070】一般に炭素鋼においては変態点を通過させることにより、金属組織は例えばオーステナイトからフェライト、或いはフェライトからオーステナイトへの再結晶が生じ、これを利用して金属組織の結晶粒を微細化することができる。即ち、最終パスの前に上記の熱処理プロセスを施すことにより、極力母材の結晶粒を事前に微細化して置くことは、最終製品の品質向上に更に有用であることは当然であろう。但し、必要な熱処理プロセスは、圧延材質によって異なっている。従って、本設備で可能となる範囲内で、圧延材に応じて最適な熱処理を適宜行うことは、言うまでもない。

【0071】また設備的には、中間巻き取り装置と仕上げ圧延機間、または中間巻き取り装置内に、レベラを設けることが望ましい。これにより、コイラで巻かれた先端の巻き癖を矯正し、仕上げミルへの通板を容易にする効果がある。

【0072】（実施例4）図4は、ステッセルミル圧延設備における出側圧延材の長さが、中間巻き取り装置に達する場合、中間巻き取り装置の操作方法を説明したものである。図4では先行材1aが中間巻き取り装置両側

コイル19L、19Rに巻き取られ、張力が作用した段階で、ピンチロール11の上ロールを、後行材1bの板厚以上に上昇させた状態を示している。このようにすれば、先行材1aと後行材1bの干渉が、簡単に避けることができる。これによりステッセル圧延設備と仕上圧延機間の距離を極力短くしても、中間巻き取り装置の処理が終了するまで、ステッセルミル設備の圧延を中止させておく必要がなく、生産性を高めることができる。

【0073】(実施例5)図5は、図3の設備での中間巻き取り装置を、ステッセル圧延設備の入側に配置した実施例を示す。ステッセル圧延設備の最終圧延パスの一つ手前のパスで、コイル3Rから巻き出された圧延材1は、圧延機2を通りコイル19Lに巻き取ることは、図1の設備での圧延方法と同様である。

【0074】本実施例では、ツインミル2では、圧延しながら高速で巻き取ることができる。即ち、固溶処理等の熱処理を目的としたプロセスは、コイル19Lに巻き取られた圧延材1を、コイル19Rに再巻き取る工程で、実施できるからである。更に、コイル19L、及び19R間での熱処理を、複数パスで簡単に実施できることは、図3における説明と同様である。また、図4で説明した圧延方法を用いれば、中間巻き取り装置で必要な加熱・冷却を行っている最中であっても、後行材1bをステッセルミルで、同時に圧延できることも当然である。最終圧延パスでは、コイル19Lから巻き出された圧延材1は、ステッセル圧延設備の圧延機であるツインミル2及び仕上げ圧延機20によりタンデム状に圧延され、ランナアウトテーブル上の冷却装置14により冷却され、ダウンコイル15で巻き取られる。

【0075】このような配置とする一番の狙いは、仕上げスタンド数の削減にある。即ち、図3の実施例では中間巻き取り装置を、ステッセル圧延設備と仕上圧延機間に設置したため、最終圧延パスではこれ以降に設置された仕上げ圧延機のみでの圧延となる。これに対し図5のような配置とした場合、最終パスの圧延でも、ステッセル圧延設備内に設置された圧延機であるツインミル2による圧延が可能となる。従って、仕上げ圧延機の設置数を、図3の場合と同数にした場合には、より圧下量を大きくとることができ、逆に同じ程度の圧下量で良い場合には、仕上げ圧延機の設置台数を削減できることになる。これは設備の簡略化、設置スペース削減、設備費の低減に、効果的な配置であると言える。

【0076】以上の説明では、圧延機とこの前後のファーンেসコイル間には、加熱・冷却装置を設置しないものとして説明してきた。しかし、先の公知例のように上記の間に加熱・冷却装置を設置する場合が考えられる。つまり、極力小容量な加熱・冷却装置とすることで、操業性を阻害することなく、種々の効果が得られる。

【0077】また、ステッセル圧延設備のコイルは、加熱炉内に設置したファーンেসコイルとして説明した。し

かし、上記は必ずしも加熱炉内に設置する必要はなく、特に最終板厚が3〜5mm程度の場合、保熱する位のものでも良い。但し、圧延材の板幅端部(エッジ部)は、積極的に加熱することが望ましい。これは、板中央に比べエッジ部は冷え易く、このまま圧延した場合、エッジ割れなどの生じる可能性が高くなり、これを防ぐ目的がある。

【0078】また、ステッセル圧延設備に用いたコイル以外の巻き取り機は、ファーンেসコイルとしてパスラインの上に設置したものとして説明してきた。しかしこれに関しては、ファーンেসコイル以外のコイル、例えばダウンコイルタイプ等であっても良く、設置位置はパスラインの下であっても良い。また、中間巻き取り装置を備えた設備にあっては、本装置を圧延ラインの脇に設置しても良い。この場合は、圧延ライン上に別の巻き取り機を設置し、ここで巻き取られたコイルを搬送装置で中間巻き取り装置に搬送し、必要な熱処理プロセスを実施した後、搬送装置で圧延ライン上の巻き出し装置に搬送し、その後圧延を継続すれば良い。要は、少なくとも1回以上圧延加工された圧延材を、少なくとも最終圧延の前に少なくとも1回以上、巻き取り若しくは巻き出しながら熱処理を行う工程を含むようにすることができることにある。

【0079】ステッセル圧延設備を含む熱間圧延設備を、前記のように構成した場合、従来は困難であった高品質な炭素鋼板の圧延が、可能になることはこれまでの説明で明らかである。

【0080】以上により、従来の大型ホットストリップ圧延設備では、実質非常に困難であった圧延前の金属組織の自由な作り込みが、本実施例により簡単に達成できることが言えた。これはまた、従来のステッセルミルはステンレス鋼等の特殊鋼に専ら適用されていたものを、一気に高品質炭素鋼の圧延にも適用可能とする画期的技術であると言える。

【0081】

【発明の効果】本発明によると、ステッセル圧延設備の操業性を向上することができるという効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施例である圧延設備配置図を示す。

【図2】本発明の一実施例である圧延設備配置図を示す。

【図3】本発明の一実施例である圧延設備配置図を示す。

【図4】本発明の一実施例である圧延設備配置図を示す。

【図5】本発明の一実施例である圧延設備配置図を示す。

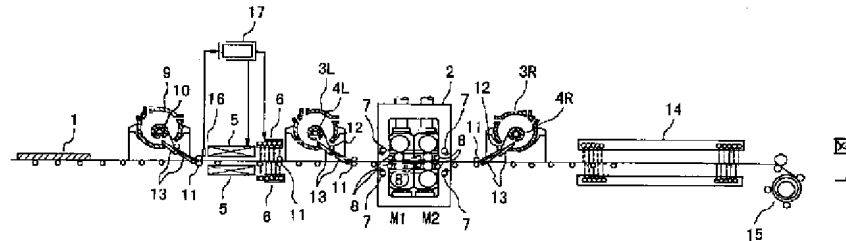
【符号の説明】

1…圧延材、1a…先行材、1b…後行材、2…ツイン

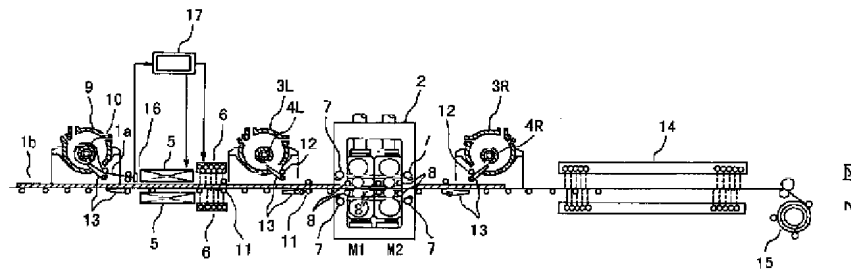
ミル、3、9、18…加熱炉、4、10、19…巻き取り機、5…加熱装置、6…冷却装置、7…デスケーリング装置、8…ノズル、11…ピンチロール、12…デフ

レクタロール、13…圧延材ガイド装置、14…ラミナフロー冷却装置、15…ダウンコイラ、16…温度検出器、17…温度制御装置、20…仕上げ圧延機。

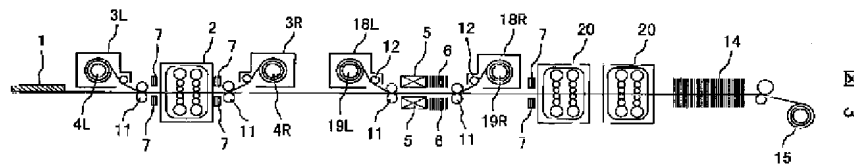
【図1】



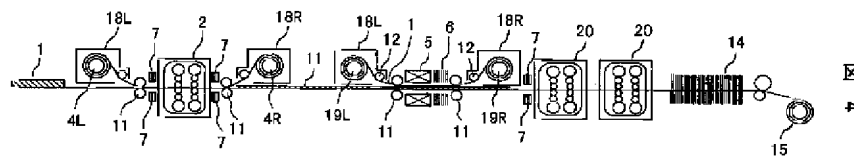
【図2】



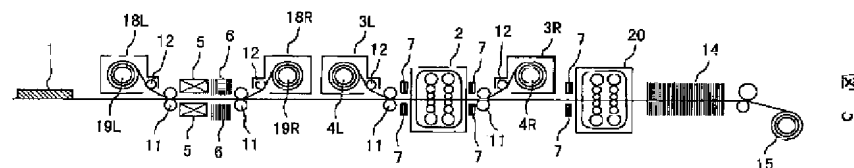
【図3】



【図4】



【図5】



フロントページの続き

(72)発明者 芳村 泰嗣
茨城県日立市幸町三丁目1番1号 株式会
社日立製作所日立事業所内
(72)発明者 堀井 健治
茨城県日立市幸町三丁目1番1号 株式会
社日立製作所日立事業所内

(72)発明者 平野 聡
茨城県日立市大みか町七丁目2番1号 株
式会社日立製作所電力・電機開発研究所内
Fターム(参考) 4E002 AD01 BA03 BC01 BC08 BD03
BD10 CB08